



Edition 2019

# **Meneurie, perspectives pour les filières céréalières.**

Un article sur le cas français qui pousse à nous interroger.


Un article de deux chercheurs de l'INRA sur les moyens pour développer de nouveaux procédés de transformation des grains en vue d'améliorer la qualité d'utilisation des céréales.

**Djamel BELAID.**

مهندس زراعي

# Quelles évolutions ... pour les filières céréalières?

Innovations Agronomiques 19 (2012), 1-11

## Quelles évolutions pour les filières céréalières ?

Abécassis J.1, Rousset M.2

1 INRA, UMR1208, Ingénierie des Agropolymères et Technologies Emergentes (INRA-CIRAD-SupAgro Montpellier-Université Montpellier 2), F-34060 Montpellier cedex, France.

2 INRA, UMR 320, Génétique Végétale (INRA-Université Paris Sud- CNRS Ferme du Moulon, F-91190

Gif-sur-Yvette, France.

Contact : [abecassis@supagro.inra.fr](mailto:abecassis@supagro.inra.fr)

### Résumé

Les filières céréalières se trouvent aujourd'hui à la croisée des chemins entre accroître leur capacité de production pour

- répondre aux besoins des marchés internationaux ou bien
- satisfaire prioritairement les attentes du consommateur local et du citoyen pour une alimentation de meilleure qualité nutritionnelle, plus durable et plus respectueuse de l'environnement.

L'analyse des enjeux liés à ces approches conduit à dessiner de nouvelles visions du développement de ces filières tout en ouvrant de nouvelles questions à la recherche. Plusieurs programmes importants ont été conduits par l'INRA sur les variétés, les performances des productions céréalières ainsi que pour développer de nouveaux procédés de transformation en vue d'améliorer la qualité d'utilisation, de garantir la sûreté sanitaire et la valeur santé des produits céréaliers, et de réduire l'impact sur l'environnement.

Mots-clés : céréale, blé, production, procédé, nutrition, environnement, organisation, filière,

Abstract: Outlook for the French cereal supply chains.

The cereal sector is now at a crossroads between increasing its production to crop more raw materials to fulfill the demand of international markets or meeting expectations of the societal demand for a more environmentally friendly and a more sustainable diet. The trend related to these two approaches led to draw new visions of development of the cereal sector while opening new questions for research.

Several major programs have been conducted by INRA on new varieties on the performance of cereal

production and on the development of new processes to improve end-use quality, and to ensure the safety and the health value of grain products as well as to reduce the impact on the environment.

Keywords: cereal, wheat, production, processing, nutrition, environment, organization, food chain

### Introduction

Les filières céréalières ont une importance économique considérable. Elles couvrent les activités qui relèvent de la création variétale, de la production agricole, du stockage et tous les secteurs technicoéconomiques de la transformation aboutissant à des aliments pour les hommes et pour les animaux mais aussi pour l'élaboration d'autres produits de la chimie fine et de l'énergie. En France, le chiffre d'affaires de ces filières est estimé à environ 35 milliards d'Euros. Avec plus de 9 millions d'hectares cultivés, soit près de la moitié des terres labourables, la production céréalière occupe une place prépondérante dans l'agriculture française. La récolte annuelle est d'environ 70 millions de tonnes et près de la moitié de la production est exportée vers les autres pays européens et les pays tiers, notamment dans le bassin méditerranéen.

L'évolution rapide des contextes économiques, sociétaux et réglementaires pose de nouvelles questions aux acteurs de ces filières mais aussi à la recherche. L'INRA au travers de son groupe Filières Céréales a mené une analyse systémique de l'organisation de ces filières et a cherché à en préciser les principaux enjeux (Abecassis et al, 2009). Ce travail a conduit à identifier deux moteurs principaux d'évolution de ces filières.

- Le premier est lié à la croissance des marchés internationaux tant en quantité qu'en qualité.
- Le deuxième facteur d'évolution correspond à la satisfaction des attentes du consommateur final et du citoyen pour une alimentation plus durable et plus respectueuse de l'environnement.

L'objet de cet article est de prolonger cette réflexion pour tenter de prévoir quelles seront les conséquences possibles dans l'organisation de ces filières et montrer comment les travaux conduits par l'INRA s'insèrent dans ces scénarios et ouvrent de nouvelles perspectives pour ces filières.

### Organisation actuelle des filières céréalières

Les filières agricoles se sont organisées pour assurer la

nourriture des populations, celle des animaux ou encore pour développer de nouveaux usages des matières premières. On décrit généralement ces filières en suivant le flux des produits. C'est ainsi que l'on représente traditionnellement la filière céréalière (Figure 1).

Figure 1 : Représentation schématique des filières céréalières actuelles

### ***Filières et flux d'informations***

Cette représentation reste toutefois incomplète pour comprendre les éléments structurants de ces filières si l'on ne prend pas en compte les flux d'information échangés entre acteurs de ces filières. Ces flux d'informations sont déterminants pour ajuster les caractéristiques des produits aux attentes des utilisateurs et des consommateurs. C'est aussi des rapports entre flux d'informations et flux de produits que naissent les évolutions de ces filières.

La filière céréalière française s'est structurée au sortir de seconde guerre mondiale en visant d'abord à atteindre l'autonomie alimentaire ce qui a été obtenu dès 1955 pour le blé. Les progrès génétiques et agronomiques se sont poursuivis et des variétés à haut rendement ont été mises au point.

Malheureusement, les caractéristiques qualitatives de ces nouvelles variétés se sont parfois révélées insuffisantes pour être utilisées dans la fabrication du pain. Néanmoins ces variétés dites « non panifiables » se sont imposées et ont généré à partir de 1972 un nouveau segment d'utilisation du blé : celui de l'alimentation animale. C'est à partir de ce moment que la maîtrise de la qualité d'utilisation est devenue la priorité pour les parties prenantes de cette filière. Ce sont les industries de première transformation qui ont initié cet effort de structuration en prenant à leur compte les besoins des autres acteurs situés plus en aval. Cet effort de structuration a été conduit suivant deux axes principaux : l'amélioration génétique de l'aptitude des blés à la panification française et l'homogénéité des caractéristiques des lots (Abecassis, 2012).

L'amélioration de la qualité d'utilisation des blés a été accompagnée par un important effort de la recherche publique française. Les travaux du groupe Biochimie – génétique de l'Inra ont permis d'identifier les bases physicochimiques de la qualité des blés. Les sélectionneurs privés ont ensuite relayé cet effort au travers de collaborations sur des thématiques méthodologiques avec la recherche publique (GIE Club des Cinq, GIE blé dur) ou directement dans leur programme de sélection.

Aujourd'hui, plus de 50% des nouvelles variétés inscrites par le Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS) sont classées en qualité supérieure et plus de 90% de la sole de blé tendre est constituée de

variétés sélectionnées pour satisfaire la demande de la meunerie française qui représente environ 15% des usages des blés français<sup>1</sup>.

Après l'amélioration de la qualité d'utilisation des variétés, le deuxième facteur d'évolution a été la mise en place de cahiers des charges visant à obtenir une matière première aux caractéristiques qualitatives régulières. En effet, la deuxième partie du XXème siècle a été caractérisée par un phénomène de concentration et de standardisation des outils de production. Ce phénomène a entraîné un accroissement de la capacité unitaire des équipements de transformation en même temps qu'une réduction du nombre de sites. Du fait de cet accroissement, la régularité des approvisionnements est devenue un critère déterminant et la demande s'est orientée vers un besoin de lots de matières premières de plus gros volume et aux caractéristiques homogènes. Pour adapter les matières premières céréalières à cette nouvelle demande, des travaux importants ont été conduits par Arvalis-Institut du végétal au travers des opérations blés conseils. En plus, les organismes stockeurs ont mis en oeuvre des techniques d'allotement des blés à l'entrée de leur silo en utilisant des méthodes rapides d'analyse (spectroscopie infrarouge) qui permettent de mesurer en ligne les principales caractéristiques des lots de blé (teneur en eau, en protéines, etc.). En fonction des résultats obtenus, les blés sont mélangés et homogénéisés pour formuler un mélange de plus gros volume répondant au cahier des charges des utilisateurs.

### ***Uniformisation des caractéristiques des blés***

Une des conséquences induites par cette démarche de mélange des blés a été un lissage, une uniformisation des caractéristiques des blés. Cette démarche a conduit à obtenir des farines aux caractéristiques standardisées, régulières et uniformes. L'innovation et la création de produits nouveaux au sein de la filière ne reposent plus désormais ni sur les caractéristiques des blés mis en oeuvre, ni sur le savoir-faire du meunier mais pour l'essentiel sur les ingrédients ajoutés à cette farine de base. C'est ainsi que s'est développée au cours des 30 dernières années une industrie des ingrédients de panification. Ces produits ont eu pour fonction de corriger les défauts de la farine de base et d'apporter de nouvelles caractéristiques sensorielles (couleur, texture, arôme). C'est là que se dégage une part importante de la valeur ajoutée dans la filière blé.

La structuration actuelle de la filière est donc le résultat

<sup>11</sup> Pour la récolte 2010/2011, environ 52% du blé tendre produit en France a été exporté vers l'UE (18%) et vers les pays tiers (34%) ; 15% a été utilisé par la meunerie ; 12% par les industries de l'alimentation animale ; 8% par l'amidonnerie ; 4% pour le bioéthanol et 9% pour la consommation et le stockage à la ferme. Source FranceAgriMer.

de cet effort d'homogénéisation dédié à l'utilisation des blés pour la panification française. Il en résulte une faible variabilité des géotypes, des pratiques culturales ou encore des modes de transformation. Cependant, de nouveaux signaux d'évolution émergent et sont susceptibles de faire évoluer ces filières.

**Le premier signal** vient de la demande croissante des marchés internationaux et vise à adapter l'offre française en quantité et en qualité à ces nouveaux marchés.

**Le second signal** vient des attentes sociétales davantage concernées par des demandes plus qualitatives des utilisateurs et des consommateurs pour une meilleure prise en compte de la durabilité des activités de production et de transformation.

### **Vers un modèle céréalier d'envergure pour répondre à la demande de sécurité alimentaire dans le monde**

Soutenu par l'évolution démographique, le marché international du blé est en croissance. La consommation mondiale actuelle en blé est estimée à 675 millions de tonnes et on prévoit à l'horizon 2020 des besoins aux alentours de 745 millions de tonnes (OCDE/FAO, 2011). Cette augmentation de la demande mondiale pour les importations de blé concernera principalement les pays disposant de revenus et ayant une croissance de leur population. Ces marchés comprennent l'Afrique subsaharienne, l'Égypte, le Pakistan, l'Algérie, l'Indonésie, les Philippines et le Brésil. Les cinq plus grands exportateurs de blé traditionnels (USA, Australie, UE, Argentine et Canada) ne devraient plus représenter que 60% du commerce mondial en 2020, au lieu de 70% aujourd'hui. Cette diminution sera corrélative à l'augmentation des exportations de la Russie et des autres pays de la Mer Noire (Ukraine, Kazakhstan) (USDA, 2012).

Au sein de l'Union Européenne caractérisée par une stabilité de la consommation, la France devrait rester le principal producteur de céréales avec un excédent net qui sera rendu disponible pour les marchés des pays tiers. La France cherchera probablement à maintenir ses positions de principal fournisseur de céréales pour le Maghreb et les pays d'Afrique de l'Ouest. L'enjeu pour les producteurs français sera de prendre des parts des nouveaux marchés que représentent le Moyen-Orient, l'Afrique australe et l'Amérique du Sud.

Dans cette perspective, la stratégie de développement des filières céréalières visera à développer la compétitivité de nos productions et de nos produits pour satisfaire ces nouveaux marchés. La compétitivité de la filière céréalière française va dépendre à la fois de nos coûts de production mais aussi des caractéristiques des produits et des services associés.

Selon les données d'Arvalis, la compétitivité de la production céréalière française souffre de deux handicaps majeurs : le taux de charges par hectare qui est environ deux fois plus élevé que celui de ses principaux concurrents et la taille de ses exploitations

qui est 3 à 10 fois inférieure. En revanche, le rendement agronomique (t/ha) en France est près de deux fois supérieur à celui de ses principaux compétiteurs. D'une manière générale, les producteurs considèrent que le levier principal d'adaptation de la filière doit passer par l'innovation génétique pour accroître le rendement agronomique et améliorer les caractéristiques qualitatives des blés.

### ***Les attentes qualitatives des marchés internationaux***

En ce qui concerne les attentes qualitatives des marchés internationaux, certaines sont comparables aux attentes du marché national telles que la régularité et l'homogénéité des livraisons. D'autres en revanche sont plus spécifiques car l'élaboration des aliments céréaliers demeure encore très régionalisée. Il existe en effet différents types de pains, de pâtes et de biscuits qui se différencient les uns des autres par la formulation et/ou le procédé mis en oeuvre. Tous ces produits requièrent la mise en oeuvre de farines aux propriétés contrastées pour lesquelles il convient d'élaborer des mélanges de blé capables de satisfaire des demandes parfois très différentes de celle attendue pour la panification française. Si par exemple pour la panification française la demande porte sur des blés formant des pâtes plutôt extensibles, en revanche les produits de panification anglo-saxons requièrent des pâtes davantage élastiques.

### ***Un élément déterminant la teneur en protéines***

Un élément déterminant pour les marchés d'exportation reste la teneur en protéines que l'on souhaite élevée car elle constitue une sorte d'assurance contre les problèmes dans la mise en oeuvre des farines. Ces problèmes peuvent avoir diverses origines : autorisation ou non d'additifs, technicité des boulangers utilisateurs, mécanisation et automatisation des chaînes de production ou encore développement des techniques de réfrigération. Par ailleurs, le développement de grandes industries meunières dans les principaux ports d'importation entraîne de nouvelles exigences qualitatives de la part des acheteurs. Cela concerne principalement la valeur meunière c'est-à-dire l'aptitude des blés à fournir un rendement élevé en farine pour une pureté donnée. Des travaux de recherche et développement importants ont été conduits ces dernières années par le consortium « Valeur meunière » animé par l'INRA et l'IRTAC.

### ***Une meilleure valeur meunière***

Ces travaux ont permis de préciser l'influence de plusieurs facteurs : le rapport amande sur enveloppe que l'on souhaite aussi élevé que possible, la facilité de réduction de l'amande en farine en lien avec l'énergie nécessaire pour la mouture ou encore la séparabilité entre l'amande et les enveloppes qui permet, pour le même taux de pureté des farines, d'accroître le rendement en mouture. Dans le cadre de ce programme, de nouveaux équipements ont été conçus à l'échelle

pilote (moulin d'essais de l'ENSMIC-ENILIA à Surgères) et à l'échelle du laboratoire (Mini-moulin Chopin). En outre, de nouvelles méthodes sont en développement pour mettre au point de nouveaux marqueurs du comportement meunier (Greffeuille et al, 2006). Ces résultats viennent conforter les outils mis à disposition des sélectionneurs pour l'amélioration variétale.

Quoi qu'il en soit, l'innovation variétale ne saurait être considérée comme l'unique levier pour répondre aux attentes des marchés internationaux et d'autres aspects sont à considérer tels que:

- l'optimisation de l'utilisation des ressources agricoles,
- l'accroissement de la valeur des produits élaborés par les filières et
- l'organisation générale de ces filières pour mieux anticiper les attentes de ces marchés.

#### *Vers une différenciation retardée*

Dans le contexte de globalisation des marchés, les filières céréalières françaises doivent renforcer leur analyse stratégique de l'offre et de la demande au niveau international. Dans cette vision globalisée, la notion de différenciation retardée devrait se renforcer. En effet, pour les entreprises de transformation, il s'agira de concilier une production de masse avec une demande de diversité des produits finis pour mieux s'adapter aux différents marchés. Dans cette perspective, les opérations de personnalisation des produits sont repoussées le plus en aval possible dans le processus de production. Cette **fonctionnalisation retardée** pourrait ainsi conduire à renforcer l'offre de la filière française via des produits et des services permettant d'optimiser l'emploi des blés français en fonction des usages. Il faudra, toutefois, que le coût de l'ajout de produits de fonctionnalisation reste compatible avec celui des matières premières et des produits finis.

**Pour les entreprises de transformation, il s'agira de concilier une production de masse avec une demande de diversité des produits finis pour mieux s'adapter aux différents marchés.**

#### *Le concept de raffinerie du végétal*

Plus en amont, se trouve associé le concept de raffinerie du végétal (ou bioraffinerie) qui vise à obtenir une large gamme de produits alimentaires intermédiaires (PAI) pour satisfaire la demande des industries d'assemblages.

**Ces produits seront à la fois** des farines comme matières premières de base, mais aussi des ingrédients

céréalières par exemple des protéines, de l'amidon ou des fibres de différentes propriétés d'usages (par ex. solubilité), des micronutriments issus du germe ou de la couche à aleurone, etc. En fonction des propriétés techno-fonctionnelles et ou nutritionnelles apportées, ces produits pourront entrer à différents niveaux dans les chaînes d'élaboration des aliments.

**Le développement de la raffinerie du végétal** nécessite l'étude fine des relations entre les structures végétales que l'on cherche à dissocier et celle des procédés de séparation. Les travaux en cours sur l'étude des bases physicochimiques de la fractionnabilité des céréales jusqu'au niveau moléculaire (Mabille et al, 2012) devraient conduire à définir des traitements (physiques, chimiques et enzymatiques) permettant de fragiliser les structures à dissocier et plus tard à la mise au point de variétés adaptées à ces nouvelles transformations.

**Des itinéraires agronomiques** seront aussi à développer pour tenter de réduire la variabilité de structure et de composition inhérente aux matières premières biologiques. Une telle vision pourrait donc soutenir à terme le développement d'une industrie française des ingrédients et additifs céréalières.

**Le concept de raffinerie du végétal qui vise à obtenir une large gamme de produits alimentaires intermédiaires pour satisfaire la demande des industries d'assemblages.**

#### *Sûreté sanitaire des produits céréalières*

Cependant, de tels développements imposent une bonne maîtrise du contrôle des produits tout au long de la filière. La sûreté sanitaire des produits céréalières constitue donc un enjeu important pour les filières céréalières au sein desquelles tous les acteurs sont solidaires.

- **Pour gérer le risque de contamination** aléatoire des céréales par les mycotoxines de Fusarium, plusieurs travaux importants ont été engagés ces dernières années et notamment le programme RARE-Fusariotoxines. Ce programme coordonné par l'IRTAC et L'INRA (Fleurat-Lessard et Veron-Delor, 2008) a réuni 35 unités de recherche des secteurs publics et privés. Il a permis d'identifier les facteurs agro-environnementaux conduisant à l'accumulation des toxines de Fusarium dans les grains, à établir le bilan de distribution des mycotoxines au long des procédés de transformation et à préciser les effets toxiques spécifiques chez l'animal et chez l'homme. Des travaux se poursuivent pour développer des variétés plus résistantes à l'envahissement fongique et/ou réprimant l'expression des gènes à l'origine de la toxinogénèse.

- **Les filières céréalières doivent aussi considérer** d'autres risques de contamination tout au long de la chaîne de transformation. C'est notamment le cas pour les résidus de métaux lourds (cadmium) et ceux des traitements phytosanitaires des cultures ou de stockage de grains pour lesquelles de nouvelles méthodes devront venir se substituer à certains traitements qui seront prochainement interdits.

### ***Actualisation des grilles de classement des blés à la récolte***

Le développement d'un marché international globalisé devrait enfin conduire à une actualisation des grilles de classement des blés à la récolte. Aujourd'hui, les cahiers des charges ne concernent que les marchés destinés à l'alimentation humaine alors que les marchés export et de l'alimentation animale sont considérés comme des marchés d'ajustement. Pour mieux répondre aux attentes qualitatives des nouveaux marchés, une grille de classement pour satisfaire le marché des 4F (Food, Feed, Fibre, Fuel) constituerait une première démarche vers cette vision intégrée. Cette démarche de segmentation devrait aussi permettre à l'amont agricole de mieux orienter et valoriser les travaux d'amélioration génétique pour chacun de ces marchés. Ainsi se dessine une évolution des filières céréalières vers un modèle céréalier dit d'envergure tertiarié et fondé sur un marché de masse mondialisé. Ce modèle de filière est présenté sur la Figure 2.

Figure 2 : Modèle céréalier d'envergure

### ***Un marché de masse mondialisé « B to B »***

Le modèle représenté ci-dessus correspond à un marché de masse mondialisé « B to B » (business to business) et se caractérise par un pilotage très en aval des filières. Il développe une logique d'ingénierie inverse considérant les aliments comme une association de fonctions. Dans une logique d'innovation différée, ces fonctions sont obtenues via l'assemblage de produits et d'ingrédients permettant d'ajuster les caractéristiques des produits finis aux habitudes alimentaires locales ou au développement de produits nouveaux.

**Les matières premières utilisées par ces entreprises** sont élaborées au sein de raffineries du végétal qui cherchent à obtenir au meilleur coût les propriétés techno-fonctionnelles ou nutritionnelles recherchées. Pour ce faire, elles sont susceptibles de mettre en concurrence plusieurs filières de production (sourcing plurinational et plurifilière). Ce secteur globalisé devra disposer de chaînes logistiques puissantes aptes à assurer la nourriture des populations urbaines. Le développement de ce système repose pour une large part sur l'innovation technique.

**Pour en assurer son développement**, il faudra relever le défi de l'intensification des cultures en même temps que la réduction des intrants tout en satisfaisant les

contraintes qualitatives attendues par les marchés, notamment en ce qui concerne la teneur en protéines. Face au plafonnement des rendements agronomiques et la recherche de propriétés fonctionnelles, l'innovation génétique devrait constituer un levier puissant. Ce modèle sera aussi confronté à la hausse des prix de l'énergie et à celle des externalités négatives. Enfin en matière de gouvernance, il aura à mieux prendre en compte des critères sociaux et renouer le lien entre agriculture et consommateur.

### **Vers un modèle territorialisé pour s'engager dans une approche d'alimentation durable.**

A côté de la satisfaction des besoins quantitatifs pour nourrir le monde, les filières céréalières cherchent aussi à satisfaire les attentes des consommateurs et des citoyens pour une alimentation plus saine et plus respectueuse de l'environnement. Cette approche constitue l'autre facteur d'évolution des filières céréalières.

Les préoccupations nutritionnelles constituent une question majeure de la demande des consommateurs vis-à-vis des produits céréaliers. Dans notre alimentation, les céréales représentent la principale source de glucides complexes ainsi qu'un apport potentiel important de fibres alimentaires.

### ***Fibres alimentaires***

De nombreuses données épidémiologiques montrent qu'un régime riche en fibres alimentaires exerce des effets protecteurs contre le développement de maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète de type 2 ou le développement de certains cancers. Dans les sociétés occidentales, les apports actuels en fibres sont trop faibles et doivent être notablement augmentés pour atteindre au moins 25 g/j suivant les recommandations du PNNS (Programme National Nutrition Santé).

Toutefois, les fibres sont co-localisées avec d'autres constituants pouvant pénaliser la sécurité sanitaire des produits finis (mycotoxines et résidus de traitement) ainsi que leurs propriétés techno-fonctionnelles (perte de croustillance, coloration brune, amertume). L'enjeu pour la filière céréalière est donc d'améliorer le bénéfice nutritionnel tout en conservant aux produits céréaliers les mêmes propriétés sensorielles et la même qualité sanitaire.

**Les fibres sont co-localisées avec d'autres constituants pouvant pénaliser la sécurité sanitaire des produits finis (mycotoxines et résidus de traitement).**

***Améliorer la qualité nutritionnelle des blés***

D'importants travaux de recherche pluridisciplinaire ont été engagés par l'INRA pour améliorer la qualité nutritionnelle des blés ainsi que les procédés de transformation. Des travaux d'amélioration des plantes ont été conduits dans le cadre de programmes européens (Shewry et al, 2010) et nationaux (Oury et al, 2006) pour étudier la variabilité génétique et agronomique des constituants du germe, de la couche à aleurone et des autres parties périphériques du grain.

Ces travaux ont montré que les teneurs en certains micronutriments des blés, en particulier en minéraux, dépendaient pour certains d'entre eux plutôt de l'origine génétique (magnésium), pour d'autres des conditions agronomiques (zinc) et souvent de l'interaction entre ces facteurs (fer). Il a aussi été montré que la teneur et la composition en fibres (solubles/insolubles) dépendaient elles-aussi de l'origine génétique et des conditions agro-environnementales.

### ***Fractionnement des grains par voie sèche***

**Des recherches pour améliorer les procédés de fractionnement** des grains par voie sèche ont déjà permis de proposer des voies d'amélioration de la composition des farines via l'augmentation de leur teneur en constituants de la couche à aleurone (Hemery et al, 2007). Néanmoins, l'introduction de fractions périphériques (sons) pouvant générer des saveurs particulières, les travaux à venir devront dépasser le concept de céréales complètes pour aller vers l'obtention de fractions aux propriétés mieux définies. Les technologies de formulation et de mise en forme des produits céréaliers ont été revisitées pour chercher à maîtriser la microstructure des produits obtenus en vue d'optimiser une réponse physiologique (digestibilité et libération contrôlée des macro et micro-nutriments) (Chaunier et al, 2008).

**Les travaux en cours dans le cadre du programme Wheafi** cherchent à préciser l'incidence de la fermentescibilité des fibres céréalières sur les processus inflammatoires chroniques de la population en surpoids. Par ailleurs, la réponse glycémique de l'amidon pouvant se comporter tantôt comme un sucre rapide (corn-flakes) tantôt comme une fibre soluble (amidon résistant) laisse entrevoir d'importantes marges de progression pour la maîtrise des traitements hydrothermomécaniques et la formulation.

**Enfin, la réduction de la teneur en sel** qui assure à la fois un rôle d'auxiliaire technologique sur les propriétés rhéologiques des pâtes et la fermentation et un rôle d'exhausteur de goût et de saveur pour le pain reste une priorité pour le PNNS.

### ***Intolérance au gluten***

Parmi les questions liées à la sûreté sanitaire des aliments céréaliers, les problèmes d'allergénicité et d'intolérance au gluten (cas des patients coeliaques)

deviennent prioritaires en restreignant l'accès à l'alimentation. Des travaux récents (Denery et al, 2007) ont permis d'identifier les gènes candidats des allergènes concernant plusieurs pathologies (asthme du boulanger, choc anaphylactique, eczéma dû aux hydrolysats de gluten). Ces résultats sont en cours d'exploitation pour mettre au point de nouvelles variétés moins allergéniques et rechercher de nouvelles approches technologiques pour réduire les allergènes. En ce qui concerne la maladie coeliaque, il serait possible d'envisager de mettre en oeuvre un programme d'introggression d'allèles nuls aux gènes des protéines incriminées mais à condition de ne pas trop altérer les propriétés rhéologiques des pâtes. Par ailleurs, une meilleure connaissance de l'impact des opérations de transformation de la matière pouvant elles-aussi être à l'origine de contaminants (formation de microparticules ou de molécules néoformées).

### ***Traçabilité et environnement***

**Dans une perspective d'alimentation plus durable**, plusieurs nouveaux critères émergent de la demande sociétale. C'est notamment le cas pour une meilleure prise en compte des critères de traçabilité et d'éthique qui visent à mieux identifier et tracer les produits, à favoriser les productions locales et à réduire l'empreinte écologique des modes de production et de transformation des céréales. En matière d'environnement, les productions céréalières n'exercent qu'un faible impact par tonne produite. Cependant, des surfaces importantes sont concernées par ces productions qui causent des rejets d'azote et d'herbicides pouvant avoir des conséquences négatives en particulier sur la qualité de l'eau.

**Le groupe filière Céréales de l'INRA** a fait le point sur les travaux engagés pour rechercher les solutions permettant de diminuer l'impact environnemental de ces productions. Près de 60 solutions techniques ont déjà été étudiées (Abecassis et al, 2011). Si jusqu'à présent les travaux ont surtout privilégié les approches factorielles pour chercher à améliorer l'efficacité d'un intrant ou à substituer un intrant par un autre, on s'oriente maintenant vers des approches plus globales. Celles-ci cherchent à aller au-delà de la simple juxtaposition de techniques élémentaires pour prendre en compte l'effet de multiples facteurs et de leurs interactions. De telles démarches pourraient à terme mener à reconcevoir les systèmes de production (Meynard, 2010).

### ***Demande de traçabilité et circuits courts***

La demande croissante de traçabilité des produits au long de leur élaboration sous forme d'aliment correspond à une demande d'assurance de la part des consommateurs à laquelle s'ajoute le besoin de satisfaction de valeurs éthiques.

**Cette demande de traçabilité** se traduit souvent par le développement de circuits courts associés à des

productions sous labels et favorisant les rapprochements sur une base territoriale de différents acteurs de la sélection, de l'agrofourmiture, de la production et de la transformation. A l'amont de ces filières, le génotype ou variété (cultivar) peut apporter des éléments spécifiques essentiels d'adaptation au milieu, de valeur agronomique ou encore de qualité d'utilisation.

**Dans cette vision**, la tradition associée aux produits céréaliers et notamment au pain semble pouvoir constituer un média important pour reformer le lien entre consommateur et territoire et pourrait déboucher sur de nouvelles organisations au sein des filières actuelles. Une ébauche d'un tel modèle est présentée sur la Figure 3.

Figure 3 : Modèle céréalier territorialisé

### *Un modèle céréalier territorialisé, mise en place d'une filière de niche « B to C »*

Cette représentation schématique d'un modèle céréalier territorialisé correspond à la mise en place d'une filière de niche « B to C » (business to consumer) pouvant intéresser non seulement un territoire délimité mais aussi certains marchés d'exportation. La compétitivité de ces filières repose avant tout sur une image construite sur la base de produits finis présentant un ensemble de caractéristiques spécifiques, pas toujours quantifiables (dimensions culturelles ou symboliques) mais élaborés à partir de ressources en matières premières identifiées, tracées, voire labellisées (Agriculture Biologique, Indication Géographique Protégée).

**Le développement de ces filières** va d'abord reposer sur l'innovation organisationnelle notamment par la mise en réseau d'acteurs structuré sur une base territoriale. La régulation de ces filières doit être assurée par la participation des autorités publiques et des consommateurs dans la gouvernance de ces structures. En raison d'une productivité du travail et du capital moindre, la viabilité de ce modèle ne semble possible que s'il existe un consentement à payer de la part des consommateurs.

En outre, dans un contexte d'accroissement de la population mondiale, ce modèle sera questionné sur l'usage des terres. Néanmoins, la mise en place de chaînes logistiques (de la GMS aux circuits alternatifs dont internet) associées au développement de recherches technologiques ciblées autour du concept de « minimal processing » pourrait conduire au « downsizing » des unités de transformation et à une limitation des transports. Ceci permettrait d'inscrire ces filières dans des cycles de production à haute valeur environnementale.

### **Conclusion**

Organisées pour assurer l'autonomie alimentaire de la

France, les filières cérésières sont aujourd'hui confrontées à des attentes très diverses :

- satisfaire la demande alimentaire mondiale,
- répondre à des attentes qualitatives multiples des différents marchés nationaux et internationaux,
- maintenir leur compétitivité économique tout en réduisant leur impact sur l'environnement.

Les filières se trouvent ainsi à la croisée des chemins entre **accroître leur capacité de production** ou **améliorer encore les caractéristiques** qualitatives de leurs produits.

A cela s'ajoutent de nouvelles questions : accroissement du prix de l'énergie, changement climatique, raréfaction des ressources en eau, compétition pour les usages de la terre, ou encore accroissement des disparités économiques et sociales. Dans ce contexte, le développement des filières céréales doit se concevoir dans leur capacité à harmoniser trois notions qui ne doivent plus être perçues comme antagonistes : compétitivité économique, équité sociale et durabilité écologique.

En extrémisant ces enjeux, on débouche sur des évolutions significatives de ces filières vers deux modèles d'organisation.

- **Le premier globalisé et tertiarisé** permettant de gérer des flux importants de produits est capable d'assurer sa compétitivité par des économies d'échelle et de coûts.
- **Le second territorialisé**, compétitif par l'image, cherche davantage à répondre aux enjeux de durabilité de l'agriculture et de l'alimentation.

Même si une telle dichotomie peut apparaître quelque peu simplificatrice, elle peut aussi servir comme support à discussion entre différents acteurs ou pour évaluer de nouveaux scénarios visant à améliorer la durabilité de ces filières. Les deux modèles proposés ne sont pas forcément à opposer. On peut aussi les appréhender en tant que modèles complémentaires pour ouvrir une réflexion plus globale sur le choix d'un ou de système(s) céréalier(s) pouvant satisfaire des besoins de consommation de masse en même temps que les autres attentes sociétales vers des systèmes alimentaires plus durables.

Toutefois, le développement d'un modèle hybride, non-uniforme, ne peut s'envisager sans une gestion commune au sein d'une interprofession, ni sans délimitations territoriales pour éviter les conflits d'intérêt. Plus en amont, les travaux de recherche conduits par l'INRA tentent de répondre à ces questions nouvelles pour éclairer les filières cérésières dans le renouvellement de leurs choix stratégiques.

### **Références bibliographiques :**



Abecassis J., Bergez J.E., Aizac B., Charcosset A., Dedryver C.A., Grefeuille V., Jacquet F., Jez C., Lessire M., Rastoin J.L., Rousset M., 2009. Les filières céréalières. Organisation et nouveaux défis. INRA. Editions QUAE, 165 pages.

Abecassis J., Bertrand M., Bonny S., Dedryver C.A., Georget M., Nolot J.M., Rolland B., Rousset M., 2011. Voies d'amélioration des impacts environnementaux des systèmes céréaliers : une première synthèse à partir des travaux de l'INRA. *Innovations Agronomiques* 12, 53-72.

Abecassis J. 2012. La filière blé : entre évolution technologique et sociétale. *Agronomie, Environnement & Société (AES)*, in press.

Chaunier L., Chiron H., Della Valle G., Saulnier L., 2008. Évaluation instrumentale de la texture contrastée croûte/mie de pains miniaturisés présentant des teneurs en fibres variées. *Industries des Céréales* 160, 2-8.

Denery-Papini S., Laurière M., Branlard G., Morisset M., Pecquet C., Choudat D., Merlino M., Pineau F., Popineau Y., Boulenc E., Bouchez-Mahiout I., Bodinier M., Moneret-Vautrin D.A., 2007. Influence of the allelic variants encoded at the Gli-B1 locus, responsible for a major allergen of wheat, on IgE reactivity for patients suffering from food allergy to wheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55, 799-805.

Fleurat-Lessard F., Veron-Delor G., 2008. Actes du colloque « Progrès et perspectives de la recherche sur les mycotoxines de *Fusarium* dans les céréales ». [www.symposcience.org/exldoc/colloque/ART-00002159.pdf](http://www.symposcience.org/exldoc/colloque/ART-00002159.pdf)

Grefeuille V., Abecassis J., Rousset M., Oury F.-X., Faye A., Bar l'Helgouac'h C., Lullien-Pellerin V. 2006. Grain characterization and milling behaviour of near-isogenic lines differing by hardness. *Theor.*

*Appl. Genet.* 114, 1-12.

Hemery Y., Rouau X., Lullien-Pellerin V., Barron C., Abecassis J., 2007. Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality. *Journal of Cereal Science* 46, 327-347.

Mabille F., Abecassis J., Delenne J.Y., Sadoudi A., Samson M.-F., Lullien-Pellerin V., 2012. Expérimentation et modélisation pour la compréhension des mécanismes de fractionnement des céréales. *Innovations Agronomiques*.

Meynard J.M., 2010. Réinventer les systèmes agricoles : quelle agronomie pour un développement durable ? In: D. Bourg et A. Papaux (Eds), *Vers une société sobre et désirable*. Paris : Presses Universitaires de France et Fondation Nicolas Hulot. pp 342-363.

OCDE/FAO. 2011. Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011, 224p.

Oury F.X., Leenhardt F., Rémésy C., Chanliaud E., Duperrier B., Balfourier F., Charmet G., 2006. Genetic variability and stability of grain magnesium, zinc and iron concentrations in bread wheat. *European Journal of Agronomy* 25, 177-185.

Shewry P.R., Piironen V., Lampi A.-M., Edelmann M., Kariluoto S., Nurmi T., Fernandez-Orozco R., Ravel C., Charmet G., Andersson A.M., Åman P., Boros D., Gebruers K., Dornez E., Courtin C.M., Delcour J.A., Rakszegi M., Bedo Z., Ward J.L., 2010. The HEALTHGRAIN Wheat Diversity Screen: Effects of Genotype and Environment on Phytochemicals and Dietary Fiber Components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, 9291-9298.

USDA, 2012. *Agricultural projections to 2021 (OCE-2012-1)*.

NB: les sous-titres sont de la Rédaction.